

Restwarmte blijft hangen op terugverdiëntijd

P.W. Bach

Artikel verschenen in Petrochem 10, 2007, pag. 28-31

December 2007

Restwarmte blijft hangen op terugverdientijd

Een nieuwe techniek om restwarmte op te waardenen biedt milieukansen. Het Nederlandse besparingspotentieel met deze techniek komt dan uit op zestien tot achttien petajoule. Helaas staat de ontwikkeling nog in haar kinderschoenen. Het duurt minstens nog vier jaar voor een testplant functioneert. Daarnaast is de terugverdientijd lang: tot vijf jaar.

Henk van Beek

Eastman Chemical Middelburg neemt eind dit jaar een nieuwe boiler naast de verbrander in gebruik. Met dit systeem wordt overtollige hitte gebruikt om op de locatie stoom te produceren. Dankzij toepassing van de nieuwe faciliteit zal het bedrijf jaarlijks vijftien procent minder aardgas verbruiken. De CO₂-uitstoot wordt verminderd met tien procent. 'Met de nieuwe faciliteit wordt operationeel beheer geoptimaliseerd door goede, milieuvriendelijke maatregelen te combineren met zakelijk verstand', zegt Eric Kniedler, site manager in Middelburg. Het gebruik van een nieuwe boiler naast de verbrander levert Eastman Chemical Middelburg aanzienlijk financieel voordeel op, en is tevens bevorderlijk voor het milieu.

Temperatuurlift

Het voorbeeld van Eastman geeft aan dat stoom een onderdeel wordt van het financiële en milieutechnische beleid binnen de (petro)chemische sector. Er kan namelijk veel energie worden bespaard als de restwarmte die nu wordt geloosd in de omgeving, kan worden opgewaardeerd tot nuttige proceswarmte op dezelfde locatie. Hiervoor is een warmtepomp nodig die kan opereren op het temperatuurniveau van de restwarmte en proceswarmte en de benodigde temperatuurlift kan leveren. Het temperatuurniveau van de restwarmte kan variëren van vijftig tot wel tweehonderd graden Celsius. Ook de temperatuur van de benodigde proceswarmte bestrijkt een groot gebied, maar zal in ieder geval flink hoger liggen dan de nu geloosde restwarmte. Als het temperatuurniveau van de geloosde restwarmte zodanig kan worden opgewaardeerd dat proceswarmte van 180 tot 230 graden Celsius wordt geproduceerd, dan kan worden bespaard op de inzet van brandstoffen voor die proceswarmte. Dat betekent dat de beoogde warmte-

pomp moet kunnen opereren in een temperatuurgebied van circa honderd tot 250 graden Celsius. De benodigde temperatuurlift zal in de orde van vijftig tot honderd graden Celsius moeten liggen. De tegenwoordig beschikbare warmtepompen zijn niet in staat om aan deze eisen te voldoen.

ECN werkt aan twee warmtepompconcepten die in principe wel in staat zijn om de gevraagde prestaties te leveren in het gewenste temperatuurgebied. Het gaat hierbij om een thermochemische warmtepomp, die gebruikmaakt van absorptie- en desorptiereacties van een damp (water, alcohol, ammoniak, waterstof) met een vaste stof (zout, keramiek, metaal). En een thermo-akoestische warmtepomp die gebruikmaakt van het fysische verschijnsel dat een geluidsgolf een temperatuurverschil kan opwekken in interactie met een poreus medium.

Veldtest

Er zijn twee toepassingen voor een temperatuurlift met een thermochemische warmtepomp: generiek of processpecifieke opwaardering over de pinchtemperatuur. Voor beide toepassingen geldt dat het systeem opereert op drie temperatuurniveaus. Dit zijn de restwarmtemperatuur, de omgevingstemperatuur en de temperatuur van de opgepompte warmte. Het systeem bestaat uit twee reactoren die elk een verschillend type zout bevatten. De damp die tussen deze twee zouten wordt uitgewisseld is ammoniak.

ECN probeert de thermo-chemische omzetting zo efficiënt mogelijk te laten verlopen door thermodynamische en kinetische kennis van de reacties te vergaten en massa- en warmtetransport in de zout/damp-reactoren te optimaliseren. De komende jaren zullen met dit systeem de technische prestaties worden bewezen voor een systeem met een thermisch vermogen van één tot vijf kilo-

BEKNOPT

Er kan veel energie worden bespaard als restwarmte die nu wordt geloosd in de omgeving, kan worden opgewaardeerd tot nuttige proceswarmte. Hiervoor is een warmtepomp nodig die kan opereren op het temperatuurniveau van de restwarmte en de benodigde temperatuurlift kan leveren. Op dit moment bestaan die nog niet. ECN werkt wel aan twee verschillende technieken. Op labschaal werken die, maar er moet nog een rendementsslag overheen en er moeten nog veel tests worden uitgevoerd. Het is nog lastig om in te schatten wat uiteindelijk de rendementen zijn.

watt, waarna wordt opgeschaald naar honderd kilowatt. Op wat langere termijn wordt een veldtest met een systeem van één megawatt voorzien.

Nuttige warmte

Ook een thermo-akoestisch (TA) systeem kan een temperatuurlift maken. Daarvoor is een krachtige akoestische golf nodig. De benodigde akoestische energie is in principe op een aantal manieren op te wekken. ECN concentreert zich op TA-motoren die een warmtebron gebruiken om de akoestische golf te creëren. Hierbij kunnen twee situaties worden onderscheiden: de restwarmtetemperatuur is hoog genoeg om rechtstreeks een TA-motor aan te drijven. Hierbij moet worden gedacht aan temperaturen van minimaal 120 graden Celsius. De tweede situatie is waarbij de TA-motor wordt aangedreven door een hoge temperatuurbron, zoals een elektrische heater of brander. In een restwarmtegedreven TA-motor wordt restwarmte gebruikt om akoestische energie te genereren in de TA-motor. ECN werkt met haar partners aan een meertrapssysteem waarbij meerdere regeneratorunits worden toegepast in de TA-motor om voldoende akoestische energie te genereren bij relatief lage restwarmtetemperaturen. De akoestische energie wordt vervolgens in de TA-warmtepomp gebruikt om warmte op te pompen van het restwarmteniveau naar een bruikbaar temperatuurniveau. Het doel van de ECN-activiteiten is het zodanig ontwikkelen van deze technologie dat op een kosteneffectieve wijze industriële restwarmte wordt opgewaarderd tot een waardevol product. Doelstelling is om circa twintig procent van de nu weggekoelde warmte weer beschikbaar te maken als nuttige warmte. Het Nederlandse besparingspotentieel met deze techniek komt dan uit op circa zestien petajoule, vergelijkbaar met het energiegebruik van meer dan vijftigduizend huishoudens. De huidige activiteiten vinden plaats op een schaal-grootte van één tot vijf kilowatt. Op een wat langere termijn wordt een uiteindelijk grootte van één megawatt voorzien.

Wegwaaien

‘Wij constateren dat er heel veel restwarmte in de energie-intensieve industrie wordt gedumpt’, zegt Pieter Bach.



Hij is onderzoeker bij ECN en houdt zich onder andere bezig met industriële warmtehuishouding. ‘Van alles wat wegwaait, kun je drie miljoen huishoudens van energie voorzien.’ Maar die huishoudens zitten niet in de buurt van petrochemische installaties. Bach: ‘Restwarmte van een behoorlijk kwaliteitsniveau wordt weggekoeld uit de processtroom, ook restwarmte met een temperatuur boven de honderd graden.’ De temperatuur is over het algemeen te

laag om te hergebruiken. Er zijn natuurlijk wel warmtenetten in de Rotterdamse haven om de warmte te hergebruiken, maar er is ook vanuit bedrijfsmatige optiek veel te doen met die restwarmte. De technieken zijn nog niet op de markt, maar ECN doet er in samenwerking met een aantal partijen alles aan om een resultaat te behalen. Op lab-schaal is men zover dat het principe werkt. Er moet nog een rendementsslag overheen en nog veel tests zullen lopen,



maar het werkt. 'De techniek doet wat het moet doen', zegt Bach. 'We hebben alles nu doorgerekend voor en met eindgebruikers in de petrochemische industrie. Het blijven schattingen, maar de internal rate of return is aardig. Op dit moment is de terugverdientijd minder dan vijf jaar.'

Rekensom

De interesse is gigantisch, claimt Bach. 'De belangstelling is gegroeid, mede dankzij de hoge olieprijs. Good housekeeping is een goed begin. Je moet altijd warmteuitwisseling gebruiken, waar mogelijk. Doe dat eerst voordat je aan het opwaarderen van restwarmte begint. Daarna levert opwaarderen gewoon harde euro's op. En het is goed voor het imago van een bedrijf.' Er zijn nog wel valkuilen. Immers, de techniek moet wel bewezen en betrouwbaar zijn. 'We verwachten dat het kan', zegt Bach. 'Ook omdat er geen bewegende delen zijn. Dat zorgt voor minder onderhoud. We verwachten in 2010 een veldtest te kunnen uitvoeren.' Een van de partners is DSM, via het Dutch Separation Technology Institute (DSTI). Als industriële sponsor stelt DSM kennis en faciliteiten beschikbaar. 'Warmtewinning is voor ons een belangrijk punt', zegt Gerard Kwant. Hij is competence manager Polymerisation Process Technology bij DSM. 'Energiekosten lopen op en we letten daar natuurlijk op. Kan je wat van die

kosten voorkomen, dan spaar je veel geld uit. Daarnaast hebben we bij DSM de triple P-gedachte hoog in het vaandel. People, planet, profit. Sustainability is dus ook een kernwaarde, naast de winst op korte en langere termijn.' De terugverdientijd blijft voor het chemieconcern van belang. Maar aangeven wat belangrijke elementen in de terugverdientijd van deze ontwikkelingen zijn, doet Kwant niet. Dat ligt namelijk ook aan de aard van het product waarvoor de investering gedaan wordt. 'Er zijn daarom geen generieke antwoorden te geven op vragen over terugverdientijd. Uiteindelijk moeten we geld verdienen, dus is het logisch dat de criteria voor terugverdienen scherp zijn. Dit heeft daarmee natuurlijk impact op keuzes en beslissingen voor zowel de korte als de langere termijn.' Zeker in het geval van restwarmte is het te verwachten rendement nog onduidelijk. Ook hier geldt voor alle partijen een simpele rekensom: als het rendement lager is dan de kosten, dan houdt het snel op. Zeker bij dit soort technieken, waarbij fundamenteel onderzoek nodig is, is het zelfs nog lastig in te schatten hoe groot uiteindelijk de rendementen zullen zijn. Kwant: 'Er zit veel potentie in deze technieken, en dat vraagt om meer onderzoek. Het staat op onze lijst van aandachtspunten, met name met het oog op de lange termijn. Maar er zijn ook belangrijke ontwikkelingen op korte termijn. In de nabije

toekomst wordt hergebruik van warmte absoluut belangrijk, bijvoorbeeld in relatie tot stijgende energiekosten.'

Terugverdientijd

Restwarmte opwekken staat al twintig jaar op de agenda. Schijnbaar is het al die tijd niet belangrijk genoeg geweest. De oorzaak is de lage prijs van energie. Daarnaast speelt dat stoom ook te specifiek was; iedereen wil graag stoom hebben op zijn eigen niveau en niet op die van de buurman. En 365 dagen per jaar. Er is nog een andere reden dat er nooit iets is gebeurd met restwarmte. Restwarmte is namelijk niet iets waar je iemand echt voor vrijmaakt om iets mee te doen. Het is veel moeite, vooralsnog zonder revenuen. Iedereen verwacht dat er altijd stoom is. De *hassle* is zo groot, dat er geen contracten komen. Stel dat iemand er wel in is geïnteresseerd, maak dan eens het rekensommetje: tien miljoen euro investeren in iets dat per jaar maar twee miljoen oplevert. De terugverdientijd is vijf jaar, in het meest gunstige geval. Elk extra beetje risico verlengt de terugverdientijd. Vanuit bedrijfseconomisch oogpunt is het dus begrijpelijk. Zeker aangezien tegenwoordig de terugverdientijd al na twee jaar moet zijn bereikt.

Potentieel

Is er een oplossing voor stoom en hergebruik? Niet direct. Er is wel een versnelling. Energie is namelijk hot. De prijs van aardgas is dik verdubbeld en het lijkt erop alsof van buitenaf - semi-overheid, Havenbedrijf Rotterdam - ook een behoorlijke geldstroom beschikbaar is. In het Europoort-Botlek-gebied zijn verkenningen gedaan naar de hoeveelheid en aard van restwarmte. Lyondell was een van de stuurgroepleden in dit onderzoek. De uitkomst liet zien dat er een groot potentieel is. De grote vraag voor de onderneming bleef toen: hoe kan dat potentieel worden benut? Zo loopt bij Lyondell een project waarbij restwarmte wordt opgepompt door meer conventionele middelen. De vermoedelijke besparing ligt op tien tot vijftien procent aan energie. 'Als er een manier bestaat om de restwarmte te hergebruiken, dan zijn wij voor onze interne loop zeer geïnteresseerd. In groter verband zoekt Lyondell naarstig naar nieuwe technologieën die de processen slimmer en efficiënter kunnen maken.' ■